Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 601-614

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۶۱۴-۶۰۱

مقاله پژوهشی

بررسی اثر عصاره مالت جو بر عملکرد، پاسخ‌های ایمنی و تغییرات هیستولوژیک ژژنوم مرغ-های تخمگذار

محمد صدقی[1*]، مجتبی دلوی اصفهانی[2] ، سیدامیرحسین مهدوی[3] و راضیه قاسمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۴

صدقی، م.، م. دلوی اصفهانی، ا. ح. مهدوی، و ر. قاسمی. ۱۴۰۰. بررسی اثر عصاره مالت جو بر عملکرد، پاسخ‌های ایمنی و تغییرات هیستولوژیک ژژنوم مرغ‌های تخمگذار. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۳(۴): ۶۱۴-۶۰۱.

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر افزودن سطوح مختلف عصاره مالت جو (BME) بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ، پاسخ سیستم ایمنی و هیستولوژی روده مرغ‌های تخمگذار از سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی انجام گردید. بدین منظور، تعداد ۴۳۲ قطعه مرغ تخمگذار سویه های‌لاین W36 در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۶ تکرار و ۲۴ جوجه در هر تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر، ۰/۲ و ۰/۴ درصد BME بود. تولید تخم‌مرغ به صورت روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی و کیفیت تخم‌مرغ در دو سن ۳۸ و ۴۴ هفتگی اندازه گیری شد. همچنین تیتر آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC)، ویروس نیوکاسل و آنفولانزا اندازه‌گیری شد. در انتهای دوره آزمایش تغییرات هیستومورفولوژیک ژژنوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد تولید، وزن و توده تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی و مصرف خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. ضخامت، استحکام پوسته و صفات داخلی تخم‌مرغ (واحد هاو و ارتفاع زرده) در تیمارهای دریافت‌کننده BME نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت. تولید آنتی‌بادی کل و IgG علیه SRBC در تیمارهای دریافت‌کننده ۰/۲ و ۰/۴ درصد BME افزایش یافت. تولید آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. همچنین نتایج نشان داد که افزودن BME در جیره سبب افزایش طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت شد؛ هرچند بر عرض پرز و عمق کریپت اثر معنی‌داری نداشت. به طور کلی افزودن BME به جیره می‌تواند سبب تداوم بهتر درصد تولید بعد از پیک و بهبود شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ، افزایش تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC و افزایش طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت در روده کوچک مرغ‌های تخمگذار شود.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌ایمنی، عصاره مالت جو، عملکرد، مرغ تخمگذار، هیستولوژی روده

مقدمه

تاکنون مطالعات گسترده‌ای به منظور بهبود استفاده از خوراک و نیز کاهش هزینه‌های آن انجام شده است. در این راستا، مواد افزودنی متعددی به منظور بهبود شاخص‌های سلامت و عملکرد پرنده مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱). مالت جو یکی از افزودنی‌هایی است که اخیراً جهت استفاده در خوراک دام و طیور معرفی شده است. این محصول از دانه‌های جو، طی فرآیندی به نام مالتینگ تولید می‌شود. فرآیند مالتینگ شامل مجموعه تغییراتی است که در دانه جو و مالت

۱- استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اصفهان، ایران.

(*- نویسنده مسئول: Email: mo.sedghi@iut.ac.ir)
Doi:10.22067/ijasr.2021.38287.0

حاصل از آن اعمال می شود تا به دنبال تغییر و تخریب ترکیبات فنولی (۲۱) و تولید محصولات واکنش مایلارد (MRPs[1])، محتوای آنتی‌اکسیدان مالت به شکل چشمگیری افزایش یابد (۸). پلی‌فنول‌ها و اسیدهای فنولیک موجود در مالت، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی آن بوده که می‌توانند فرآیندهای اکسیداسیون را به تأخیر انداخته و یا از این فرآیندها جلوگیری نمایند (۴ و ۶). ترکیبات فنولی موجود در جو شامل اسیدهای فنولیک (مشتقات اسیدهای بنزوئیک و سینامیک اسید)، فلاوونوئیدها، پرونتوسیانیدین‌ها، تانن‌ها و ترکیبات آمینو فنولیک هستند (۱). مکانیسم اثرات آنتی‌اکسیدانی محصولات واکنش مایلارد هنوز مشخص نیست. از آنجا که ساختار آنها هنوز ناشناخته است فرض بر آن است که این مکانیسم‌ها براساس توانایی به دام انداختن (۳) و مهار رادیکال‌های آزاد اکسیژن، کاهش قدرت کلاته نمودن فلزات (۷) و تشکیل کمپلکس‌های غیرفعال عمل نمایند (۱۷ و ۱۸). آنتی‌اکسیدان‌های مالت می‌توانند رادیکال‌های آزاد اکسیژن را از بین برده و بدون نیاز به آنتی‌اکسیدان‌های خارجی از واکنش‌های اکسیداتیو جلوگیری کنند (۳۰). بر اساس اطلاعات موجود، ترکیبات آنتی-اکسیدانی که در جو و مالت شناسایی شده‌اند عمدتاً پلی‌فنول‌هایی از جمله کاتچین و اسید فرولیک است. عصاره مالت جو در محیط‌های آزمایشگاهی و درون تنی، فعالیت قوی آنتی‌اکسیدان از خود نشان داده و توانایی مهار رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید را دارا می‌باشد (۲۳). در طول مرحله جوانه‌زنی جو، سطوح فنولیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن افزایش می‌یابد (۲۳). بنابراین مالت جو به‌عنوان یک منبع طبیعی از آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌های گروه ب، مواد معدنی مثل آهن، روی، کلسیم، منیزیم و فسفر شناخته می‌شود (۱۹ و ۲۴). جوانه‌زنی، زمان فرآیند، درجه حرارت و فیلتراسیون در تولید مالت از عوامل اصلی و موثر در میزان پروتئین محصول نهایی است. عصاره مالت به دو فرم پودر و مایع موجود می‌باشد که فرم مایع آن به صورت شربت غلیظی است که برای ساخت انواع نوشیدنی، مخمرسازی، پخت نان و شیرینی یا به عنوان یک طعم‌دهنده مواد خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۳). با توجه به اینکه این محصول اخیراً به عنوان افزودنی جهت خوراک دام و طیور معرفی شده است تحقیقات محدودی بر روی این محصول صورت گرفته است. صدقی و اکبری مقدم کاخکی (۲۸) از عصاره مالت جو و سرکه مالت در تغذیه جوجه‌های گوشتی استفاده کردند و نتایج این تحقیق نشان داد که هرچند شاخص های عملکردی در طول دوره استارتر و رشد تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند، اما در کل دوره آزمایشی، افزودن ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو به همراه ۴ کیلوگرم در تن سرکه مالت به طور معنی‌داری سبب بهبود افزایش وزن روزانه، شاخص تولید اروپایی و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی شد. به‌علاوه تحت تاثیر افزودن عصاره مالت جو و سرکه مالت، عرض پرز و مساحت جذب پرزهای روده، افزایش و تولید مالون‌دی‌آلدهید در بافت ران و سینه کاهش یافت.

تاکنون مطالعه‌ای مبنی بر اثر استفاده از عصاره مالت جو در جیره مرغ‌های تخمگذار گزارش نشده است. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر عصاره مالت جو بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ، پاسخ‌های سیستم ایمنی و هیستولوژی دستگاه گوارش مرغ‌های تخمگذار در مرحله پیک تولید و پس از آن طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این آزمایش از تعداد ۴۳۲ قطعه مرغ تخمگذار سویه های‌لاین W۳۶ در سن ۲۸ هفتگی استفاده شد که به ۳ تیمار و ۶ تکرار و ۲۴ پرنده در هر تکرار تقسیم شدند. هر قفس حاوی۶ قطعه مرغ و هر چهار قفس مجاور یک تکرار را تشکیل می‌دادند. به منظور یکنواخت‌سازی واحدهای آزمایشی (قبل از شروع آزمایش اصلی و افزودن عصاره مالت جو به جیره) به مدت یک هفته، درصد تولید و وزن تخم‌مرغ ثبت شد. آزمایش اصلی از شروع ۲۹ هفتگی آغاز و تیمارها تا ۴۶ هفتگی به مدت ۱۸ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱)جیره شاهد بدون هیچ‌گونه افزودنی غذایی از ابتدا تا پایان دوره؛ ۲)جیره پایه + ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو از ابتدا تا انتهای دوره و ۳)جیره پایه + ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو از ابتدا تا انتهای دوره بودند. عصاره مالت جو توسط شرکت نیرو مالت خراسان با نام تجاری کنسانتره ماءالشعیر طیور جهت انجام آزمایش اهدا شد. جهت تهیه جیره‌های آزمایشی، عصاره مالت جو با حجم یکسان آب مخلوط و بر روی خوراک ساخته شده اسپری شد و سپس به خوبی مخلوط گردید. ترکیب شیمیایی عصاره مالت بر اساس روش AOAC[2] (۱۴) تعیین شد (جدول ۱). کل محتوای فنولی عصاره مالت جو نیز به وسیله معرف Folin–Ciocalteu اندازه‌گیری شد (۲۳). جیره‌ها بر پایه ذرت و کنجاله سویا تنظیم گردید (جدول ۲). مواد مغذی بر اساس مصرف روزانه ۱۰۰ گرم خوراک و مطابق نیازهای توصیه شده کاتالوگ سویه های‌لاین۳۶ Wفرموله شدند

جمع‌آوری داده‌ها و نمونه‌گیری

تخم‌مرغ‌های تولیدی هر تکرار به صورت روزانه شمارش، توزین و ثبت گردید. میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل به صورت هفتگی اندازه‌گیری و محاسبه شد. میانگین وزن تخم‌مرغ از تقسیم وزن کل تخم‌مرغ‌ها بر تعداد تخم‌مرغ روزانه در هر تکرار محاسبه شد.

1- Maillard reaction products

2- Association of official analytical chemists

برای ارزیابی صفات کیفی تخم‌مرغ مانند ضخامت پوسته، استحکام پوسته، وزن پوسته، کیفیت زرده و شاخص هاو، در سن ۳۸ و ۴۴ هفتگی از هر تکرار، ۴ تخم‌مرغ به صورت تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. ضخامت پوسته از ۳ نقطه ابتدا، انتها و وسط تخم‌مرغ به وسیله کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان ضخامت پوسته ثبت شد. استحکام پوسته تخم‌مرغ با استفاده از دستگاه استحکام‌سنج، با دقت ۰/۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع سفیده، با میکرومتر سه پایه با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر از سه نقطه در شعاع اطراف زرده اندازه‌گیری و میانگین ارتفاع سفیده ثبت شد. ارتفاع زرده نیز از بلندترین نقطه با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. شدت رنگ زرده نیز با استفاده از شابلون رنگ (Company Veterinaria Digital) با ۱۵ رنگ تعیین شد. شاخص هاو نیز به وسیله نسبت ارتفاع سفیده به وزن تخم‌مرغ محاسبه شد.

جدول ۱- ترکیب مواد مغذی عصاره مالت جو (بر اساس ماده خشک)

Table 1- Nutrient composition of malt extract (Dry matter)

مواد مغذی Nutrient	میزان ترکیبات Amount of compounds
انرژی محاسبه شده (کیلوکالری/کیلوگرم) Calculated energy (kcal/kg)	3450
پروتئین خام Crude protein (%)	6.70
چربی خام Ether extract (%)	0.80
خاکستر Ash (%)	2.10
رطوبت Moisture (%)	28/70
ویتامین B_1 Vitamin B_1 (mg/100g)	1.50
ویتامین B_2 Vitamin B_2 (mg/100g)	5.21
ویتامین B_5 Vitamin B_5 (mg/100g)	14.32
ویتامین B_6 Vitamin B_6 (mg/100g)	4.99
ویتامین B_9 Vitamin B_9 (mg/100g)	72.2
کل محتوای فنولی Total phenol content (mg GAE/100 G)[1]	350

[1]milligram gallic acid per 100 gram (Gallic Acid Equivalents)

همچنین برای اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی کل، IgG و IgA علیه گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC[1])، محلول سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی تهیه و در سن ۴۱ و ۴۲ هفتگی به ۲ پرنده از هر تکرار، به صورت تصادفی، تزریق شد. پس از گذشت ۷ روز از هر نوبت تزریق، نمونه خون پرنده‌ها جمع‌آوری و سرم آن‌ها جداسازی شد و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. تیتر آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفندی به روش هماگلوتیناسیون اندازه‌گیری شد (۹). به منظور تعیین تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا، در سن ۳۵ و ۴۲ هفتگی، نمونه‌های سرم خون (۲ پرنده از هر تکرار) جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. تیتر تولید آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا نیز به روش هماگلوتیناسیون (۲ و ۲۲) محاسبه شد.

برای بررسی تغییرات هیستولوژیک روده، در پایان دوره آزمایشی (۴۶ هفتگی) از هر تکرار یک پرنده کشتار و حدود یک سانتی‌متر از قسمت میانی ژژنوم برش داده شد و پس از شستشو با سرم فیزیولوژی در فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شد. تهیه گسترش بافتی با روش توضیح داده شده توسط ایجی (۱۵) انجام شد.

1- Sheep red blood cells

جدول ۲- ترکیب اقلام خوراکی برحسب درصد (As-fed) و مواد مغذی در جیره‌های آزمایشی

Table 2- Ingredients and composition of the experimental diets

اقلام خوراکی (درصد) Ingredient (%)	۲۸-۴۰ هفتگی 28-40 weeks	۴۱-۴۶ هفتگی 41-46 weeks
ذرت Corn	59.50	62.85
کنجاله سویا Soybean Meal	24.80	22.25
روغن سویا Soybean Oil	2.50	1.85
کربنات کلسیم Carbonate Calcium	10.30	10.30
دی‌کلسیم‌فسفات Dicalcium phosphate	1.53	1.46
نمک طعام Salt	0.40	0.40
مکمل معدنی[۱] Mineral premix[1]	0.35	0.35
مکمل ویتامینی[۲] Vitamin premix[2]	0.35	0.35
دی‌ال-متیونین DL-Methionine	0.21	0.16
ال-لیزین هیدروکلراید L-lysine HCL	0.05	0.01
آنزیم فیتاز Phytase enzyme	0.01	0.01
رنگدانه Pigment	0.005	0.005
مواد مغذی جیره Nutrient composition		
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy (kcal/kg)	2850	2850
پروتئین خام Crude protein (%)	16.15	15.25
لیزین Lysine (%)	0.86	0.79
متیونین Methionine (%)	0.46	0.38
متیونین+سیستئین Methionine+cysteine (%)	0.74	0.67
ترئونین Threonine (%)	0.64	0.60
کلسیم Calcium (%)	4.40	4.40
فسفر قابل دسترس Available phosphorous (%)	0.49	0.45
سدیم Sodium (%)	0.17	0.17
حداقل کلر Minimum Chloride (%)	0.19	0.19

[۱] هر کیلوگرم مکمل معدنی جیره حاوی: ۱۲۳mg منگنز، ۷۷mg آهن، ۱۲۳ mgروی، ۰/۴۲ mg سلنیوم، ۷/۷ mg مس، ۲/۳۸ mg ید می‌باشد.

[۲] هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی ۱۲۳۲۰ IU ویتامین A، ۴۶۲۰IU ویتامین D3، ۲۳ IU ویتامین E، ۳mg ویتامین K3، ۲/۳۸ mg تیامین، ۷/۷ mg ریبوفلاوین، ۳۹/۲ mg نیاسین، ۹/۲۴ mg پانتوتنیک اسید، ۴/۶۲ mg پیرودوکسین، ۰/۸۴ mg اسید فولیک، ۰/۰۳۱ mg کوبالامین، ۰/۰۸ mg بیوتین، ۱۵۴ mgکولین و ۱/۴ mg آنتی اکسیدان بود.

[1] The Mineral premix supplied the following per kilogram of feed: Mn: 123 mg; Fe: 77 mg; Zn: 123 mg; Se: 0.42 mg; Cu: 7.7 mg; Iodine: 2.38 mg.

[2] The vitamin premix supplied the following per kilogram of feed: vitamin A: 12000 IU; vitamin D3: 4620 IU; vitamin E: 23 IU; vitamin K_3: 3 mg; vitamin B1: 2.38 mg; vitamin B2: 7.7 mg; Niacin: 39.2 mg; Pantothenic acid: 9.24 mg; Pyridoxine: 4.62 mg; Folic acid: 0.84 mg; Cobalamin: 0.031 mg; Biotin: 0.08 mg; Choline: 154 mg; Antioxidant: 1.4 mg.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در هفته‌های مختلف تولید

Table 3- Effect of different levels of barley malt extract on feed intake and feed conversion ratio at different weeks of production

مصرف خوراک (گرم به ازای هر پرنده در هر روز) Feed intake (g/bird/d)	تیمارها[۱] Treatment[1]			SEM	p-value
	شاهد Control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلوگرم/تن 4 kg/ton		
۲۹-۳۷ هفتگی 29-37 weeks	95.72	95.22	94.85	0.98	0.93
۳۸-۴۶ هفتگی 38-46 weeks	104.54	105.42	104.16	0.56	0.65
کل دوره Total period	101.14	101.32	100.05	0.59	0.88
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio					
۲۹-۳۷ هفتگی 29-37 weeks	1.85	1.79	1.79	0.023	0.42
۳۸-۴۶ هفتگی 38-46 weeks	1.88	1.87	1.87	0.007	0.74
کل دوره Total period	1.87	1.84	1.83	0.010	0.34

[۱]تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو

[1]Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract.

برش های تهیه شده از بافت‌ها با استفاده از هماتوکسیلین[۱] و ائوزین[۲] رنگ‌آمیزی شدند. سپس نمونه‌های فیکس شده بر روی لام استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی شدند.

آنالیز آماری

داده‌های به‌دست آمده توسط نرم افزار آماری SAS 9.1 (۲۷) رویه GLM در قالب طرح کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. هم‌چنین داده های مربوط به پاسخ‌های سیستم ایمنی با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با چند مشاهده در هر تکرار صورت گرفت و تجزیه و تحلیل آنها از روند خطی نمونه‌های تکراری (چند مشاهده‌ای) انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵٪ استفاده شد.

1- Haematoxylin
2- Eosin

نتایج و بحث

پارامترهای عملکردی

نتایج مربوط به تأثیر افزودن سطوح مختلف عصاره مالت جو بر میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک از سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی در جدول ۳ گزارش شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، افزودن عصاره مالت جو در کل دوره هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت. هرچند صدقی و اکبری مقدم کاخکی (۲۸) دریافتند که عصاره مالت در کل دوره به طور معنی‌داری سبب افزایش وزن روزانه،

ضریب تبدیل خوراک، کاهش مصرف خوراک و مرگ و میر در جوجه‌های گوشتی شد که در تناقض با نتایج مطالعه حاضر است. به طور کلی مصرف عصاره مالت جو در مقایسه با گروه شاهد تاثیر معنی‌داری بر خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی نداشت.

عملکرد تولیدی

روند درصد تخم‌گذاری از ۲۹ تا ۴۶ هفتگی در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که قابل مشاهده است، بین تیمارهای مختلف از لحاظ درصد تولید هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در هفته‌های ۴۳ تا ۴۶، درصد تولید کاهش یافت که احتمالا به دلیل شیوع بیماری ویروسی نیوکاسل در گله بود. در تیمارهایی که ۲ و ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو به جیره اضافه شده بود، درصد تولید بعد از پیک، تداوم بهتری را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. هم‌چنین با توجه به درگیری گله با بیماری ویروسی در هفته‌های ۴۳ تا ۴۶، اُفت درصد تولید در دو تیمار دریافت‌کننده عصاره مالت جو نسبت به تیمار شاهد کمتر بود. بنابراین به نظر می‌رسد که این افزودنی تحت شرایط تنش هم‌چون حضور میکروارگانیسم‌های نامطلوب، بیماری‌ها، تراکم و یا ضعف مدیریت، که در گله‌های تجاری همواره یک یا بیشتر این شرایط وجود دارد، بیشترین اثر مثبت را از خود نشان می‌دهد (۱۲). تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد، تفاوت معنی‌داری را در عملکرد تولیدی نشان ندادند اگرچه در شرایط آلودگی و حضور ویروس نیوکاسل، عصاره مالت جو سبب جلوگیری از افت تولید شد.

جدول ٤- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر تولید تخم‌مرغ (٪) از ۲۹ تا ۴۶ هفتگی

Table 4- Effect of different levels of barley malt extract on egg production from 29 to 46 weeks

هفته Week	تیمارها[1] Treatment شاهد Control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلوگرم/تن 4 kg/ton	SEM	p-value
29	96.439	95.138	94.531	0.802	0.260
30	96.597	95.486	95.902	0.631	0.471
31	95.416	95.621	95.000	0.797	0.855
32	95.572	95.637	96.614	0.500	0.286
33	95.301	95.211	95.100	0.227	0.824
34	96.093	95.868	94.965	0.645	0.444
35	94.704	95.014	94.210	0.993	0.848
36	94.791	94.936	95.701	0.738	0.653
37	95.138	94.418	94.142	0.566	0.456
38	93.142	95.059	93.534	1.059	0.422
39	91.753	91.859	91.919	1.073	0.993
40	92.168	93.281	92.451	1.350	0.834
41	92.866	92.393	91.465	0.949	0.580
42	92.746	94.315	91.504	1.021	0.189
43	88.824	91.094	91.308	1.494	0.447
44	88.032	88.726	91.277	0.897	0.051
45	89.483	92.149	92.202	1.381	0.392
46	78.645	80.001	82.422	2.664	0.607

[1]تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو.

[1]Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract.

ضخامت و استحکام پوسته تخم مرغ

نتایج مربوط به تاثیر عصاره مالت جو بر ضخامت و استحکام پوسته از سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، افزودن ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو سبب افزایش معنی‌دار ضخامت پوسته نسبت به تیمار شاهد در کل دوره از سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی شد (P<۰/۰۱). همچنین تیمارهای مکمل شده با ۲ و ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، باعث بهبود استحکام پوسته تخم‌مرغ نسبت به تیمار شاهد شد (P=۰/۰۷۶). هرچند افزودن عصاره مالت جو در طی دوره آزمایش (سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی) هیچ‌گونه تأثیری بر روی درصد پوسته تخم‌مرغ نداشت.

ضخامت و استحکام پوسته تخم‌مرغ، از شاخص‌های تعیین کیفیت پوسته تخم‌مرغ می باشند. احتمالا افزایش ضخامت پوسته تخم‌مرغ مشاهده شده در این آزمایش می‌تواند با افزایش هضم - βگلوکان در ارتباط باشد. β-گلوکان ترکیب اصلی دیواره‌های سلولی

آندوسپرم جو است. در طی فرآیند جوانه‌زنی، فعالیت آنزیم‌های داخلی مانند β-گلوکاناناز افزایش می‌یابد (۳۲) و بنابراین این افزایش فعالیت آنزیم‌های درونزادی ممکن است بر هضم سایر مواد خوراکی در دستگاه گوارش تاثیر بگذارد. گزارشات متعددی مبنی بر افزودن آنزیم-βگلوکاناز تجاری به جیره‌های غذایی وجود دارد که نشان می‌دهد حضور این آنزیم سبب تجزیه β-گلوکان و در نتیجه کاهش اثرات ضد تغذیه‌ای NSP (۵)، بهبود کیفیت تخم‌مرغ (۲۶)، تولید تخم‌مرغ و بازده خوراک (۲۰) در مرغ‌های تخم‌گذار می‌شود. نتایج حاصل از مطالعات تیان و همکاران (۲۹) نشان داد که در طول جوانه‌زنی، اسید فایتیک به میزان ۶۸ درصد کاهش می‌یابد. کاهش اسید فایتیک منجر به افزایش فعالیت آنزیم فیتاز می‌شود که افزایش فعالیت این آنزیم را می‌توان به پیشرفت مراحل جوانه‌زنی نسبت داد. ریمستن (۲۵) گزارش کرد که فعال شدن آنزیم فیتاز در طی جوانه زدن، هضم و جذب کلسیم و فسفر را افزایش می‌دهد. کبده و همکاران بیان کردند که استفاده از مالت جو به جای ذرت سبب افزایش ضخامت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخمگذار شده است (۱۶). افزودن ۲ و ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو در جیره مرغ‌های تخمگذار سبب افزایش ضخامت پوسته تخم‌مرغ شد و بیشترین و کمترین ضخامت پوسته به ترتیب مربوط به پرنده های تغذیه شده با ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو و تیمار شاهد بود (P<۰/۰۱). استحکام پوسته تخم مرغ نیز در گروه های دریافت کننده عصاره مالت جو نسبت به شاهد افزایش یافت (P=۰/۰۷۶). عصاره مالت جو بر درصد پوسته تخم‌مرغ تاثیر معنی‌داری نداشت.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر کیفیت پوسته تخم مرغ[۱]

Table 5- Effect of different levels of barley malt extract on egg shell quality[1]

کیفیت پوسته تخم مرغ Egg shell quality	تیمارها[۲] Treatment[2]			SEM	p-value
	شاهد Control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلوگرم/تن 4 kg/ton		
ضخامت پوسته تخم‌مرغ (میلیمتر) Egg shell thickness (mm)	0.372[b]	0.398[a]	0.382[ab]	0.43	<0.0001
استحکام پوسته تخم‌مرغ (kg/cm^2) Egg shell strength (kg/cm^2)[2]	2.767	2.875	2.962	0.59	0.0076
درصد پوسته تخم‌مرغ Egg shell (%)	11.53	11.52	11.71	0.71	0.62

[۱] میانگین‌هایی با حروف متفاوت در هر یک از اثرات، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

[۲] تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو

[1] Mean with different superscript letters in each effect are statistically significant ($p<0.05$).

[2] Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract

[3] kilogram per square centimeter.

جدول ٦- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر صفات کیفی داخلی تخم‌مرغ[۱]

Table 6- Effect of different levels of barley malt extract on internal quality characteristics of eggs[2]

	تیمارها[۲] Treatment[2]			SEM	p-value
	شاهد Control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلوگرم/تن 4 kg/ton		
شاخص واحد هاو Hu index	76.02[b]	81.32[a]	80.27[ab]	1.48	0.012
ارتفاع زرده (میلی‌متر) yolk height (mm)	17.725[b]	18.600[a]	18.387[ab]	0.227	0.01
رنگ زرده yolk color	13.62[a]	13.08[b]	13.33[ab]	0.16	0.026

[۱] میانگین‌هایی با حروف متفاوت در هر یک از اثرات، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

[۲] تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو

[1] Mean with different superscript letters in each effect are statistically significant ($p<0.05$).

[2] Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract

صفات داخلی تخم‌مرغ

نتایج مربوط به تأثیر عصاره مالت جو بر صفات داخلی تخم‌مرغ از جمله شاخص هاو، شدت رنگ زرده و ارتفاع زرده از سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی در جدول ۶ گزارش شده است. افزودن ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو به جیره سبب افزایش شاخص هاو (P<۰/۰۵) و ارتفاع زرده (P<۰/۰۱) شد. همچنین بیشترین و کمترین شاخص رنگ زرده به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو بود. (P<۰/۰۵). در مطالعه‌ای که کبده و همکاران (۱۶) بر روی مالت جو انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که جایگزین کردن مالت جو با ذرت در جیره پولت‌های تخمگذار اثر معنی‌داری بر وزن زرده، ارتفاع زرده و شاخص هاو ندارد.

تیتر آنتی‌بادی کل و اختصاصی علیه گلبول قرمز گوسفند (SRBC)

اثرات تیمارهای آزمایشی بر میانگین آنتی‌بادی تولیدی کل و اختصاصی علیه گلبول‌های قرمز گوسفندی در جدول ۷ نشان داده شده است. تولید آنتی‌بادی کل (P<۰/۰۵) و IgG (P<۰/۰۱) علیه گلبول‌های قرمزگوسفندی در دوره اول (سن ۴۲ هفتگی) در تیمارهای دریافت‌کننده عصاره مالت جو نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. به طور مشخص بالاترین میزان تیتر آنتی‌بادی کل و IgG در دوره اول مربوط به تیمار دریافت‌کننده ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو بود. با این وجود در دوره دوم (سن ۴۳ هفتگی) مصرف عصاره مالت جو بر تولید آنتی‌بادی کل و IgG اثر معنی‌داری نداشت.

تولید آنتی‌بادی اختصاصی IgM در هیچ دوره‌ای تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. هرچند در دوره دوم بالاترین میزان غلظت سرمی آنتی‌بادی اختصاصی IgM به صورت عددی مربوط به تیمار دریافت کننده ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو بود (P=۰/۰۵). به طورکلی همان‌گونه که قابل مشاهده است در همه گروه‌های آزمایشی، میزان تولید آنتی‌بادی کل و آنتی‌بادی اختصاصی G در دوره دوم نسبت به دوره اول افزایش یافت. افزایش آنتی‌بادی می‌تواند به دلیل گذشت زمان و افزایش تیتر در طول دوره پرورش باشد که نشان‌دهنده افزایش عملکرد ایمنی پرندگان است. این افزایش عملکرد می‌تواند در اثر افزایش قابلیت هضم و جذب مواد غذایی و یا افزایش دسترسی به مواد مغذی باشد چرا که از همین طریق ممکن است آمینواسیدهای بیشتری را جهت سنتز ایمونوگلوبین‌ها در دسترس پرنده قرارداده باشد (۱۳).

جدول ۷- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر میانگین تیتر آنتی بادی علیه گلبول قرمز (SRBC) گوسفندی۱

Table 7- Effect of different levels of barley malt extract on antibody titers against SRBC[1]

	SRBC[3]	شاهد Control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلو/تن 4 kg/ton	SEM	p-value
		تیمارها[۲] Treatment[2]				
دوره اول Primary	تیتر آنتی بادی علیه SRBC (log$_2$) antibody titers against SRBC (log$_2$)	1.42[b]	1.70[a]	1.57[ab]	0.059	0.045
	غلظت IgG (log$_2$) IgG concentration (log$_2$)[4]	0.68[b]	1.23[a]	1.03[a]	0.087	0.007
	غلظت IgM (log$_2$) IgA concentration (log$_2$)[5]	0.74	0.47	0.56	0.060	0.052
دوره دوم Secondary	تیتر آنتی بادی علیه SRBC (log$_2$) antibody titers against SRBC (log$_2$)	1.62	1.77	1.62	0.056	0.24
	غلظت IgG (log$_2$) IgG concentration (log$_2$)[4]	1.14	1.11	0.83	0.060	0.094
	غلظت IgM (log$_2$) IgA concentration (log$_2$)[5]	0.47	0.65	0.79	0.078	0.085

[۱] میانگین‌هایی با حروف متفاوت در هر یک از اثرات، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

[۲] تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو

[1] Mean with different superscript letters in each effect are statistically significant (p<0.05).

[2] Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract

[3] Sheep Red Blood Cell

[4] Immunoglobulin G (mercaptoethanol-resistant anti-SRBC antibodies)

[5] Immunoglobulin M (mercaptoethanol-sensitive anti-SRBC antibodies)

تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا

نتایج مربوط به تأثیر افزودن عصاره مالت جو در سطوح مختلف به جیره مرغ‌های تخمگذار بر میانگین تیتر آنتی‌بادی کل علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا در سن ۳۵ و ۴۲ هفتگی در جدول ۸ ارائه شده است. افزودن عصاره مالت جو بر تیتر تولیدی آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل در سنین ۳۵ و ۴۲ هفتگی تاثیر معنی‌داری نداشتند. برخلاف انتظار، تیتر تولیدی آنتی‌بادی علیه ویروس آنفولانزا در دوره اول در گروه شاهد نسبت به دو تیمار دریافت‌کننده عصاره مالت جو به صورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۱)، ولی در دوره دوم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها مشاهده نشد. به طور کلی، افزایش آنتی-بادی تولیدی علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا در سرم خون پرنده، نشان‌دهنده افزایش سطح ایمنی در بدن پرنده است که منجر به بالا رفتن مقاومت پرنده در برابر این دو بیماری رایج در صنعت مرغداری می‌شود. استفاده از عصاره مالت جو بر تیتر تولیدی آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل در مرغ‌های تخمگذار معنی‌دار نبود. اگرچه تیتر تولیدی آنتی‌بادی علیه ویروس آنفولانزا در دوره اول در سایر تیمارها نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵) ولی در دوره دوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۸- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر میانگین تیتر آنتی بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفولانزا[1]

Table 8- Effect of different levels of barley malt extract on antibody titers against NDV[2] and AI[3]

		تیمارها[4] Treatment[4]				
		شاهد Control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلوگرم/تن 4 kg/ton	SEM	p-value
تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل (log 2) Antibody titers against NDV (log_2)	۳۵ هفتگی 35 week	3.23	3.29	3.22	0.038	0.36
	۴۲ هفتگی 42week	3.20	3.14	3.19	0.032	0.29
تیتر آنتی‌بادی علیه آنفولانزا (log 2) Antibody titers against AI (log_2)	۳۵ هفتگی 35 week	2.80[a]	2.66[b]	2.54[b]	0.041	0.001
	۴۲ هفتگی 42week	2.47	2.54	2.50	0.033	0.568

[1]میانگین‌هایی با حروف متفاوت در هر یک از اثرات، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

[4]تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو

[1]Mean with different superscript letters in each effect are statistically significant (p<0.05).

[2] Newcastle disease virus

[3] Avian influenza

[4] Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract

هیستولوژی ژژنوم

نتایج مربوط به تأثیر مکمل نمودن عصاره مالت جو در جیره بر پارامترهای هیستولوژیک روده کوچک مرغ‌های تخمگذار در جدول ۹ ارائه شده است. تیمارهای حاوی عصاره مالت جو سبب افزایش طول پرز[1] و نسبت طول پرز به عمق کریپت (VH:CD)[2] ژژنوم شدند (P<۰/۰۵). شاخص‌های عرض پرز[3] و عمق کریپت[4] تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. اگرچه مساحت پرز در تیمار مکمل شده با ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو افزایش یافته بود ولی با سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. قطر لایه ماهیچه‌ای و اپیتلیومی در تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای مکمل شده با عصاره جو بالاتر بود (P<۰/۰۵).

یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مکمل کردن عصاره مالت جو به جیره مرغ‌های تخمگذار می‌تواند سبب افزایش سلامت روده مرغ‌های تخمگذار شود. در مقابل، صدقی و اکبری مقدم کاخکی (۲۸) بیان کردند که ارتفاع پرز، عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در جوجه‌های گوشتی، تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما مساحت جذب ژژنوم در تیمارهای دریافت‌کننده عصاره مالت جو تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد داشت. یکی از روش‌های معمول برای بررسی اثرگذاری یک تیمار بر خصوصیات هیستولوژیک روده، اندازه‌گیری ارتفاع پرز و عمق کریپت می‌باشد که معمولاً با شاخص نسبت طول پرز به عمق کریپت بیان می‌شود و نشانگر یکپارچگی و سلامت در قسمت‌های مختلف روده است (۳۳). افزایش

1- Villus height

2- Villus height:crypt depth ratio

3- Villi width

4- Crypt depth

طول پرز سبب افزایش سطح جذب مواد مغذی (۱۰) و در مقابل پرزهای کوتاهتر و کریپت‌های عمیق‌تر منجر به کاهش جذب مواد مغذی و عملکرد پایین پرنده می‌شود (۳۴). علاوه بر این، کریپت‌های عمیق‌تر می‌توانند نشان‌دهنده جایگزینی سریع انتروسیت ها باشند که احتمالا در پاسخ به آسیب ناشی از پاتوژن‌ها یا سموم در سطح اپتلیال است (۳۱).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی از یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که افزودن عصاره مالت جو به جیره سبب بهبود شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ، پاسخ‌های ایمنی هومورال، طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت در روده کوچک مرغ‌های تخمگذار می‌شود. با توجه به اینکه سطوح ۲ و ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو در جیره دارای اثرات مشابهی بودند، لذا برای اقتصادی کردن جیره، افزودن ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو به جیره مرغ‌های تخمگذار توصیه می‌گردد.

جدول ۹- اثر سطوح مختلف عصاره مالت جو بر مورفولوژی ژژنوم[۱]

Table 9- Effect of different levels of barley malt extract on morphology of jejunum[1]

	تیمار[۲] Treatments[2]				
	شاهد control	۲ کیلوگرم/تن 2 kg/ton	۴ کیلوگرم/تن 4 kg/ton	SEM	P-value
طول پرز Villi height (µm)	687.83[b]	713.83[a]	741.83[a]	10.867	0.0001
عرض پرز Villi width (µm)	137.167	139.333	131.167	2.344	0.07
عمق کریپت Crypt depth (µm)	112.167	112.333	114.150	6.22	0.64
نسبت طول پرز به عمق کریپت VH:CD[3]	6.150[c]	7.417[b]	8.330[a]	0.150	0.0001
قطر لایه ماهیچه‌ای Muscular layer (µm)	177.667[a]	150.333[b]	137.833[c]	13.44	0.0001
قطر لایه اپیتلیوم Epithelial layer (µm)	37.500[b]	42.000[a]	43.667[a]	3.61	0.0006
مساحت پرز Villi surface area (mm^2)	0.352	0.296	0.385	0.0054	0.0906

[۱]میانگین‌هایی با حروف متفاوت در هر یک از اثرات، از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

[۲]تیمار شاهد، جیره پایه به همراه ۲ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو، جیره پایه به همراه ۴ کیلوگرم در تن عصاره مالت جو

[1]Mean with different superscript letters in each effect are statistically significant (p<0.05).

[2]Control treatment, control treatment plus 2 kg/ton barley malt extract, control treatment plus 4 kg/ton barley malt extract

[3]villus height:crypt depth ratio

Refrences

1. Adhikari, P., and W. Kim. 2017. Overview of prebiotics and probiotics: focus on performance, gut health and immunity. Annals of Animal Science, 17.4: 949-966.
2. Akhlaghi, A., M. J. Zamiri, Y. J. Ahangari, H. Atashi, Z. A. Pirsaraei, H. Deldar, and S. R. Hashemi. 2013. Oral exposure of broiler breeder hens to extra thyroxine modulates early adaptive immune responses in progeny chicks. Poultry Science, 92: 1040-1049.
3. Andersen, M. L., and L. H. Skibsted. 1998. Electron spin resonance spin trapping identification of radicals formed during aerobic forced aging of beer. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46 (4): 1272-5.1.
4. Bailey, J. S. 1987. Factors affecting microbial competitive exclusion in poultry. Food Technology, 41- 88.
5. Bedford, M. R. 1995. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. Animal Feed Science and Technology, 53: 145-155.
6. Briggs, D. E., C. A. Boulton, P. A. Brookes, and R. Stevens. 2004. Malts, adjuncts and supplementary enzymes. Brewing science and practice. CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
7. Carvalho, D. O., E. Correia, L. Lopes, and L. F. Guido. 2014. Further insights into the role of melanoidins on the

antioxidant potential of barley malt. Food Chemistry, 160: 127-33.
8. Carvalho, D. O., L. M. Goncalves, and L. F. Guido. 2016. Overall antioxidant properties of malt and how they are influenced by the individual constituents of barley and the malting process. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15: 227-943.
9. Cheema. M. A., M. A. Qureshi, and G. B. Havenstein. 2003. A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science, 82: 1519-1529.
10. Chichlowski, M., W. J. Croom, F. W. Edens, B. W. MacBride, R. Qiu, C. C. Chiang, L. R. Daniel, G. B. Havenstein, and M. D. Koci. 2007. Microarchitecture and spatial relationship between bacteria and ileal, cecal and colonic epithelium in chicks fed a direct-fed microbial, PrimaLac and Salinomycin. Poultry Science, 86: 1121-1132.
11. Cleveland, J., T. J. Montville, I. F. Nes, and M. L. Chikindas. 2001. Bacteriocins: Safe, natural antimicrobials for food preservation. International Journal of Food Microbiology, 71: 1-20.
12. Fox, S. M. 1988. Probiotics intestinal inoculents for production animals. Veterinary Medicine, 83: 806-830.
13. Guo, Y., R. A. Ali, and M. A. Qureshi. 2003. The influence of beta-glucan on immune responses in broiler chicks. Immunopharmacology and Immunotoxicology, 25: 461-72.
14. Horwitz, W. 2010. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International. Gaithersburg.
15. Iji, P., A. Saki, and D. Tivey. 2001. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. Animal Feed Science and Technology, 89: 75-188.
16. Kebede, H., M. Urge, and K. Kebede. 2015. Effect of replacing maize with malted barley grain on egg quality and laying hen's performance of white leghorn. Global Journal of Science Frontier Research, 15: 74-86.
17. Kunz, T., A. Strahmel, N. Cortes, L. W. Kroh, and F. J. Methner. 2013. Influence of intermediate Maillard reaction products with enediol structure on the oxidative stability of beverages. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 71(3): 114-23.
18. Kunz, T., C. Muller, D. Mato-Gonzales, and F. J. Methner. 2012. The influence of unmalted barley on the oxidative stability of wort and beer. Journal of the Institute of Brewing, 118(1): 32-9.
19. Landete, J. M. 2013. Dietary intake of natural antioxidants: vitamins and polyphenols. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53 (7):706-21.
20. Lazaro, R., M. Garcia, M. J. Aranibar, and G. G. Mateos. 2003. Effect of enzyme addition to wheat, barley and ryebased diets on nutrient digestibility and performance of laying hens. British Poultry Science, 44: 256-265.
21. Leitao, C., E. Marchioni, M. Bergaentzle, M. Zhao, L. Didierjean, L. Miesch, E. Holder, M. Miesch, and S. Ennahar. 2012. Fate of polyphenols and antioxidant activity of barley throughout malting and brewing. Journal of Cereal Science, 55(3): 318-22.
22. Ma, X., Z. Guo, D. Wang, Y. Hu, and Z. Shen. 2010. Effects of sulfated polysaccharides and their prescriptions on immune response of ND vaccine in chicken. Carbohydrate Polymers, 82(1): 9-13.
23. Qingming, Y., P. Xianhui, K. Weibao, Y. Hong, S. Yidan, Z. Li, Z. Yanan, Y. Yuling, D. Lan, and L. Guoan. 2010. Antioxidant activities of malt extract from barley (Hordeum vulgare L.) toward various oxidative stress in vitro and in vivo. Food Chemistry, 118: 84-89.
24. Reinhard, T. 2014. Superfoods: The healthiest foods on the planet. 2nd ed. Firefly Books, North American.
25. Rimsten, L. 2003. Extractable cell-wall polysaccharides in cereals, with emphasis on β-glucan in steeped and germinated barley. Diss. (sammanfattning/summary) Uppsala: Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria, 401: 1401-6249.
26. Roberts, J. R., and M. Choct. 2006. Effects of commercial enzyme preparations on egg and eggshell quality in laying hens. British Poultry Science, 47: 501-510.
27. SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT®9.1 User Guids. Cary, NC: SAS Institute Inc.
28. Sedghi, M., and R. A. M. Kakhki. 2018. Effects of dietary supplementation of barley malt extract and malt vinegar on growth performance, jejunal morphology and meat quality of broiler chickens. Poultry Science Journal, 6(2): 129-137.
29. Tian, B., B. Xie, J. Shi, J. Wua, Y. Cai, T. Xu, S. Xue, and Q. Deng. 2010. Physicochemical changes of oat seeds during germination. Food Chemistry, 119: 1195-1200.
30. Vanderhaegen, B., H. Neven, H. Verachtert, and G. Derdelinckx. 2006. The chemistry of beer aginga critical review. Food Chemistry, 95(3): 357-81.
31. Vicente, J. L., A. Torres-Rodriguez, S. E. Higgins, C. Pixley, G. Tellez, A. M. Donoghue, and B. M. Hargis. 2008. Effect of a selected Lactobacillus spp.-based probiotic on Salmonella enterica serovar Enteritidis-infected broiler chicks. Avian Disease Journal, 52: 143-146.
32. Von Wettstein, D., G. Mikhaylenko, J. A. Froseth, and G. Kannangara. 2000. Improved barley broiler feed with transgenic malt containing heat-stable (1,3-1,4)-b-glucanase. Proceedings of the National Academy of Sciences,

97(25): 13512-13517.
33. Wilson, F. D., T. S. Cummings, T. M. Barbosa, C. J. Williams, P. D. Gerard, and E. D. Peebles. 2018. Comparison of two methods for determination of intestinal villus to crypt ratios and documentation of early age-associated ratio changes in broiler chickens. Poultry Science, 97(5): 1757-1761.
34. Xu, Z. R., C. H. Hu, M. S. Xia, X. A. Zhan, and M. Q. Wang. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. Poultry Science, 82: 1030-1036.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 601-614

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۶۱۴-۶۰۱

Effects of Barley Malt Extract on Performance, Immune Responses and Jejunal Histology of Laying Hens

Mohammad Sedghi[1*], Mojtaba Dalvi Esfahani[2], Amir Hossein Mahdavi[3], Raziye Ghasemi[4]

Submitted: 13-04-2020
Accepted: 05-11-2021

Sedghi, M., M. Dalvi Esfahani, A. H. Mahdavi and R. Ghasemi. 2021. Effects of Barley Malt Extract on Performance, Immune Responses and Jejunal Histology of Laying Hens. Iranian Journal of Animal Science Research 13(4):601-614.

Introduction: Several studies have been performed in order to improve feed utilization and reduce the feed costs. For this purpose, various additives have been used to improve the health and production performance of poultry. Barley malt extract is one of the additives that has recently been introduced for using in domestic animal feeds. Barley malt extract is produced from barley grains through a process called the malting. Malting is the process of cereal grains germination that have been dried. The germination starts by soaking barley grains in water. The malting process make changes in barley, which involves the alteration and degradation of phenolic compounds and the production of Maillard reaction products, which have a significant effect on the antioxidant content of malt. Malt is known as a natural source of antioxidants, B vitamins and minerals such as iron, zinc, calcium, magnesium and phosphorus. Malt extract is available in both powder and liquid forms, the liquid form of that is thick syrup and has been used extensively for several applications, such as brewing, baking, food flavoring or as an appetizer. The results of previous study showed that adding malt extract to the broiler diet can improve performance of broiler as well as villus width and villi surface area. However, based on our literature review there is no data available to evaluate the effect of adding barley malt extract on the performance of laying hens. Therefore, the aim of this study is to evaluate the effects of adding different levels of barley malt extract to the diet on performance, egg quality, immune response and intestinal morphology of laying hens during 29 to 46 weeks of age.

Materials and Methods: In this study, 432 Hyline W36 laying hens were used in a completely randomized design with three treatments and six replicates of 24 birds each, for 18 weeks. The experimental treatments included 0, 0.2 and 0.4% barley malt extract levels. Feed intake, feed conversion ratio, egg production, egg mass, egg weight, shell thickness and strength, shell weight and internal quality CHARACTERISTICS of eggs were evaluated during the experiment. In addition, antibody titers against sheep red blood cells (SRBC), Newcastle and influenza viruses were measured two times at specific intervals after the respective vaccinations. At the end of the experimental period after slaughter, 2-cm segment was separated from the jejunal region anterior to Meckel's diverticulum. Tissue samples were evaluated for the villus height, villus width, crypt depth, villus height:crypt depth ratio (VH:CD), villus surface area, muscular layer and epithelial layer.

Results and Discussion: The results showed that although percentage of egg production, egg weight and egg mass were not affected by the experimental treatments, but adding malt extract numerically showed better egg production persistency at the end of experimental period. Also feed conversion ratio and feed intake in the laying hens at 28 to 46 weeks of age (peak production and post-peak) were not affected by the experimental treatments. Egg shell thickness ($P<0.001$), haugh unit(HU) index and yolk height ($P<0.01$) were affected by experimental

1- Assistant professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

2- Master of Science of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

3-Associate professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

4-Master of Science of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

(*- Corresponding Author Email: mo.sedghi@iut.ac.ir)

Doi:10.22067/ijasr.2021.38287.0

treatments, briefly treatments supplemented with malt extract showed higher egg quality for mentioned criteria as compared to the control group. Furthermore the treatments supplemented with barley malt extract numerically increased eggshell strength (P=0.076). Total antibody concentration against SRBC and Immunoglobulin G (IgG) increased in the treatments supplemented with 0.2 and 0.4% barley malt extract during the primary period ($p < 0.05$). Antibody productions were not affected against the Newcastle viruses. In the first period of the experimental treatment antibody production were affected against influenza viruses; briefly, the highest antibody production was related to those birds that fed with the control diet. In addition, the results show that supplementation of barley malt extract in the diet can increase the villi height, villi height to crypt depth ratio and villi surface area. Villus width, crypt depth and muscular and epithelial layer were not influenced by adding barley malt extract to the laying hen diet.

Conclusion: The results of this study showed that adding barley malt extract to the diet of laying hen may improve egg quality and antibodies production against SRBC. Furthermore, barley malt extract may increase the villus height, villus height: crypt depth ratio and villi surface area, and consequently improve the digestive capacity of laying hens.

Keywords: Barley malt extract, Immune system, Intestinal Histology, Laying hens, Performance